

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

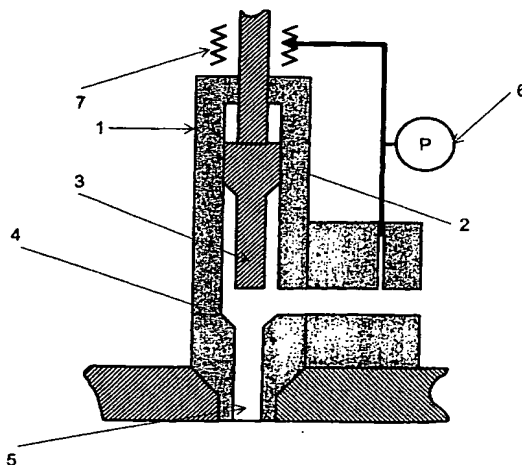
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/054777 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B29C 44/34**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2003/013578**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
2. Dezember 2003 (02.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
102 58 546.6 14. Dezember 2002 (14.12.2002) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **STANKIEWICZ GMBH [DE/DE];** Hannoversche
Str. 120, 29352 Adelheidsdorf (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FRESER-WOLZEN-
BURG, Thomas [DE/DE];** Stralsunder strasse 5a, 30827
Garbsen (DE). **PRAHST, Georg-Wilhelm [DE/DE];**
Oberer Triftweg 13, 31867 Lauenau (DE).
- (74) Anwalt: **MOLDENHAUER, Herbert;** Gartenstrasse 8,
67598 Gundersheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaat (national): **US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- Erklärung gemäß Regel 4.17:**
— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING EXPANDED POLYURETHANE MOULDED BODIES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG GESCHÄUMTER POLYURETHAN-FORM-
KÖRPER



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing expanded polyurethane moulded bodies. According to said method: an expandable polyurethane reactive blend is poured into a mould and the latter is evacuated; the reactive blend expands to fill the mould after being introduced into the latter and gases that are released during the expansion process are extracted through expansion openings that are located at one or more points of maximum height in the upper half of the mould; once the blend has set, the mould is aerated and the moulded body is ejected. The aim of the invention is to simplify the method and obtain faster cycle times. To achieve this, the expansion openings are configured by needle valves, which are controlled in such a way that they close immediately upon the entry of the foam front into the valve capillary. The invention also relates to a device for carrying out said method.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung geschäumter Polyurethan-Formkörper beschrieben, bei welchem eine expandierbare Polyurethan-Reaktivmischung in eine Form eingefüllt und die Form evakuiert wird, die Reaktivmischung nach dem Einfüllen die Form ausfüllend expandiert, wobei während des Expansionsprozesses freigesetzte Gase durch an einer oder mehreren Stellen maximaler Höhe in der oberen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Formhälfte angeordnete Expansionsöffnungen (5) abgesaugt werden, nach dem Abbinden die Form belüftet und der Formkörper ausgeworfen wird. Eine wesentliche Verfahrensvereinfachung und schnellere Taktzeiten ergeben sich daraus, dass erfindungsgemäss die Expansionsöffnungen durch Nadelventile (3) gebildet werden, welche so angesteuert werden, dass sie beim Eintreten der Schaumfront in die Ventikapillare sofort schliessen. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung geschäumter Polyurethan- Formkörper

10

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung geschäumter Polyurethan-
15 Formkörper, bei welchem eine expandierbare Polyurethan-Reaktivmischung in
eine Form eingefüllt wird, die Reaktivmischung nach dem Einfüllen die Form
ausfüllend expandiert, wobei während des Expansionsprozesses freigesetzte
Gase durch an Stellen maximaler Höhe in der oberen Formhälfte angeordnete
Expansionsöffnungen abgesaugt werden, nach dem Abbinden die Form belüf-
20 tet und der Formkörper ausgeworfen wird.

Stand der Technik

Es ist bekannt, geschäumte Polyurethan-Formkörper durch Einfüllen einer ex-
25 pandierbaren Polyurethan-Reaktivmischung in eine durch eine Formtrennebene
geteilte Form und Evakuieren der Form über einen in der Formtrennebene um-
laufenden Vakuumkanal, herzustellen. Hierzu hat es bereits eine Reihe von
Vorschlägen gegeben; siehe z.B. DE-OS 15 04 278, DE 30 20 793 A1, EP0
023 749 A1 und DE 197 01 728 C2. Die Evakuierung der Form ist insbesonde-
30 re erforderlich, um das in der Form befindliche Gas zur Vermeidung der Lun-
kerbildung aus der Form zu entfernen. Damit dies gelingt, ist es erforderlich, die

Formhälften so zu gestalten, dass die Formtrennebene im höchsten Punkt des Formhohlraums liegt, da sich anderenfalls ein Nest bildet, aus dem das vorhandene Gas nicht mehr abgezogen werden kann. Dem könnte dadurch begegnet werden, dass das Formnest auf einen sehr niedrigen Druck von unterhalb 100 mbar, insbesondere unterhalb 50 mbar, vor dem Aufsteigen des Schaums, d. h. bevor die Höhe des Schaums im Formnest die Formtrennebene überschreitet, evakuiert wird. Ein solch niedriger Druck im Formnest führt aber dazu, dass der Schaum anfänglich schnell und stark expandiert, bevor noch wesentliche Treibmittelgehalte freigesetzt sind, so dass nur eine unregelmäßige Schaumstruktur entsteht. Ein weiterer Nachteil der Evakuierung über die Formtrennebene besteht darin, dass insbesondere wenn die expandierbare Reaktivmischung in die offene Form eingefüllt wird und erst nach Schließen der Form evakuiert wird, die Förderleistung über die Formtrennebene relativ gering ist, so dass sehr lange Zykluszeiten erforderlich sind und somit die Zeit für die Evakuierung die Taktzeit verlängert.

Die Eigenschaften von Polyurethanschaum sind wesentlich durch die Dichte des fertigen Schaums und die Materialeigenschaften der Matrix bestimmt. Insbesondere wenn Wasser als chemisches Treibmittel eingesetzt wird, wobei durch die Reaktion des Wassers mit dem Isocyanat Kohlendioxid freigesetzt wird, ist eine genaue Abstimmung der Rezeptur der expandierbaren Polyurethan-Reaktivmischung zur Einstellung der Matrix-Eigenschaften erforderlich. Daher ist es grundsätzlich wünschenswert, mit einer einzigen Rezeptur Schäume mit unterschiedlichen Rohdichten herstellen zu können. Zur Steuerung der Dichte eines Schaums bei gleichzeitiger Beibehaltung der Rezeptur, insbesondere des Treibmittelgehaltes, ist eine Steuerung des Druckes in der Schäumform hervorragend geeignet, siehe z.B. B. EP 0 023 749 A1, EP 0 044 226 A1 und DE 197 01 728 C2.

Die EP 0 023 749 A1 betrifft ein Verfahren zur Unterdruckverschäumung von Blockschaum mit Schaumblockgrößen von typischerweise $2 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ (siehe hierzu Seite 7, Zeile 12, der EP 0 023 749 A1). Für die Evakuierung der Blockschaumform ist, wie aus Figur 1 der EP 0 023 749 A1 ersichtlich ist, lediglich eine Leitung 19 bzw. 20 vorgesehen. Um eine Evakuierung der Form innerhalb vertretbarer Zeiten (d.h. ohne wesentliche Verlängerung der Taktzeiten, die in etwa der Aushärtzeit entsprechen) zu ermöglichen, müssen die Leitungen 19 und 20 aus Figur 1 der EP 0 023 749 A1 in Abhängigkeit von der Formgröße einen erheblichen Querschnitt aufweisen. Der Eintritt in die Leitungen ist gemäß der EP 0 023 749 A1 nicht verschließbar ausgestaltet; vielmehr sind, wie ebenfalls aus der Figur 1 der Druckschrift zu ersehen ist, Absperrventile 1 und 2 erst am Ende der Leitungen 19 und 20 vorgesehen. Würde die Vorrichtung so betrieben, dass am Ende des Schäumprozesses Unterdruck herrscht, würde der Schaum in die Leitungen 19 bzw. 20 eindringen und dort aushärten.

15
Gemäß DE 23 66 184 B1 ist ein Filter (in der einzigen Figur der Druckschrift mit dem Bezugszeichen 46 versehen) in der Ansaugöffnung der Form vorgesehen. Das Filter muss nach jedem Schäumprozess verworfen werden. Ferner stellt das Filter einen relativ großen Strömungswiderstand dar, so dass eine Schnell-
20 evakuierung der Form nicht möglich ist.

Auch die DE 30 20 793 A1 beschreibt keine Trennung zwischen Schnellevakuierung und Restgasabsaugung. Vielmehr ist ein Evakuierungsspalt in der Formtrennebene selbst vorgesehen, der für relativ flache Formteile mit im Vergleich zum Umfang relativ flachem Volumen, für eine schnelle Evakuierung ausreichen mag und durch die eindringende Schaummasse verschlossen wird.
25 Dies führt zu einer ‚Schwimmhaut‘, die anschließend i.d.R. händisch entfernt werden muss.

Ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art ist aus der DE 197 01 728 C2 bekannt. Nach der DE 197 01 728 C2 weist die obere Formhälfte eine Absaugöffnung auf zum Evakuieren der Form nach dem Einbringen der Polyurethan-Reaktivmischung. Ist der angestrebte Arbeitsdruck in der Form erreicht, so wird
5 die Ansaugöffnung verschlossen. Zusätzlich zur Absaugöffnung ist gemäß der Druckschrift noch eine Evakuierung der Form über die Formtrennebene vorgesehen, mit dem bekannten Nachteil der Ausbildung einer Schwimmhaut. Zur Vermeidung der Lunkerbildung, insbesondere bei Verwendung von Formen mit konturierten Formennestern schlägt die DE 197 01 728 C2 weiterhin vor, in der
10 oberen Formhälfte an Stellen maximaler Höhe sogenannte Expansionskanäle anzuordnen, die ebenfalls an das Unterdrucksystem angeschlossen sind und durch die die während des Expansionsprozesses freigesetzten Gase abgesaugt werden sollen. Dabei ist vorgesehen, dass der Polyurethanschaum bei Erreichen der oberen Formhälfte in die Kanäle eindringt, dort aushärtet und die
15 Kanäle dadurch abdichtet. Die Expansionsöffnungen sind mit Reinigungsstößen versehen, die nach dem Auswerfen des Formkörpers betätigt werden, um in den Kanälen noch vorhandenes Polyurethan wieder entfernen zu können. Nachteilig an dem bekannten Verfahren ist, dass der Formkörper durch das in die Kanäle eindringende Polyurethan angussartige Fortsätze aufweisen kann,
20 die zusammen mit den Schwimmhäuten in einer aufwendigen Nachbearbeitung wieder entfernt werden müssen. Bei räumlich stark ausgedehnten Formschaumteilen mit langen Fließwegen ist weiterhin zu beachten, dass die Schaumfront zu stark unterschiedlichen Zeitpunkten die Expansionskanäle erreicht. Damit ist die Polyurethan-Reaktivmischung bei den Kanälen, die sie zu-
25 erst erreicht, aufgrund der noch nicht weit fortgeschrittenen Polymerisationsreaktion noch sehr fließfähig und kann damit weit in den Kanal eindringen. Damit besteht auch die Gefahr, dass die Expansionsöffnung blockiert wird.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art so weiterzuentwickeln, dass auch bei langen Fließwegen und bezüglich der Form-
5 trennebene ungünstigen Bedingungen lunkerfreie Teile in kurzen Taktzeiten produziert werden können. Diese Aufgabe wird gelöst mit einem Verfahren mit allen Merkmalen des Patentanspruchs 1. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist in Patentanspruch 9 beschrieben. Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

10

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, bei einem Verfahren zur Herstellung geschäumter Polyurethan-Formkörper, bei welchem eine expandierbare Polyurethan-Reaktivmischung in eine Form eingefüllt wird, die Reaktivmischung nach dem Einfüllen die Form ausfüllend expandiert, wobei während des Expansions-
15 prozesses freigesetzte Gase durch an Stellen maximaler Höhe in der oberen Formhälfte angeordnete Expansionsöffnungen abgesaugt werden, nach dem Abbinden die Form belüftet und der Formkörper ausgeworfen wird, dass die Expansionsöffnungen durch Nadelventile gebildet werden, welche so gesteuert werden, dass sie beim ersten Eintreten der Schaumfront in die Ventilkapillare
20 sofort schließen.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Form mit einem oberen Formbereich, mit einer Ansaugöffnung zum Evakuieren und einer Einrichtung zum Belüften der Form sowie mit Expansionsöffnungen an einer oder mehreren Stellen
25 maximaler Höhe im oberen Formbereich zeichnet sich dadurch aus, dass die Expansionsöffnungen durch Nadelventile gebildet werden, die so ansteuerbar sind, dass sie beim ersten Eindringen der Schaumfront in die Ventilkapillare sofort schließen.

Es hat sich gezeigt, dass bei Einsatz eines Nadelventils anstelle der aus der DE 197 01 728 C2 bekannten Expansionsöffnung die Ausbildung angussartiger Fortsätze vollständig vermieden werden kann. Es ist hierzu lediglich erforderlich, das Ventil so zu steuern, dass es schon beim ersten Eindringen der
5 Schaumfront in die Ventilkapillare sofort schließt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Polyurethanschaum offensichtlich noch nicht vollständig ausreagiert und lässt sich in einfacher Weise durch die zum Schliessen des Ventils in der Kapillare nach unten fahrende Ventilnadel aus der Kapillare austossen, noch bevor es zur Ausbildung eines angussartigen Fortsatzes kommen kann. Hierdurch ent-
10 fällt der aus dem Stand der Technik bekannte aufwendige Nachbearbeitungsprozess.

Dieses Ergebnis ist um so überraschender, als in der DE 197 01 728 C2 eine sehr komplexe Geometrie für die Expansionsöffnungen und die Reinigungs-
15 stössel vorgesehen ist, durch die zum einen gewährleistet sein soll, dass das Polyurethan nicht zu weit in das Unterdrucksystem eindringen kann und zum anderen der Reinigungsprozess für die Expansionsöffnung vereinfacht werden soll. Diese Problematik lässt sich durch den erfindungsgemäßen Einsatz eines Nadelventils völlig umgehen. Durch das Schliessen des Ventils beim ersten
20 Eindringen der Schaumfront in die Kapillare ist das weitere Vordringen des Polyurethans in das Unterdrucksystem vollständig unterbunden. Dadurch, dass bereits vorhandenes Polyurethan bereits beim Schliessen des Ventils aus der Ventilkapillare wieder ausgestoßen wird, entfällt nicht nur, wie oben bereits erwähnt, die Nachbearbeitung des Schaum-Formkörpers, sondern auch noch der
25 bei dem bekannten Verfahren erforderliche Reinigungsprozess, bei welchem Polyurethanreste teilweise sogar unter Einsatz von Bohrwerkzeugen wieder entfernt werden müssen. Hieraus resultiert somit noch eine weitere wesentliche
Verfahrensvereinfachung.

Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit einer Prozeßsteuerung über die Ventile. Während bei dem bekannten Verfahren ein Eingriff in den Expansionsprozess nicht vorgesehen und auch nicht möglich ist, sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren über die Möglichkeit, die Ventile nach Belieben ansteuern zu können, die unterschiedlichsten Varianten einer Prozesssteuerung denkbar. So kann beispielsweise der Druck in Abhängigkeit von der Rezeptur der Reaktivmischung eingestellt werden. Weiterhin ist eine Steuerung und/oder Regelung des Absaugdrucks während des Expansionsprozesses denkbar oder die Einstellung unterschiedlicher Absaugleistungen beim Einsatz mehrerer Expansionsventile bei räumlich ausgedehnten Formen.

Nadelventile, wie sie hier verwendet werden, sind in vielen Anwendungsgebieten Stand der Technik. Es hat sich in überraschender Weise gezeigt, dass herkömmliche Nadelventile verwendet werden können, ohne irgendeine besondere Anpassung an die erfindungsgemäße Verwendung. Es ist zum sauberen Ausstossen eines nicht vollständig ausreagierten Polyurethanreaktionsgemisches mit dem Ventilstößel des Nadelventils lediglich erforderlich, dass das Nadelventil mit einer ausreichenden Präzision gefertigt ist.

Die Herstellung von Polyurethanschaum ist an sich bekannt und wird hier nicht weiter beschrieben. Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Vorrichtung sind nicht auf spezielle Verfahrensvarianten, insbesondere Rezepturen oder Prozessführungen, beschränkt, sondern ist universell einsetzbar. So kann das Einfüllen der Reaktivmischung sowohl in die offene als auch in die geschlossene Form erfolgen, wobei der Schäumvorgang ohne Beschränkung der Allgemeinheit sowohl durch die Beladung mit Kohlendioxid oder einem anderen Treibgas, wie zum Beispiel Luft, Stickstoff etc., als auch mit herkömmlichen Treibmitteln, wie zum Beispiel Wasser oder einer Kombination von Treibmitteln ausgelöst werden kann. Je nach Verfahrensvariante kann dann die Evakuierung der Form über die Unterdruckventile auf einen Unterdruck von minimal 300 mbar erfolgen. Nach dem Aufschäumen und Abbinden der Reaktivmi-

schung wird schließlich die Form in an sich bekannter Weise belüftet, geöffnet und das Formteil ggf. mit Unterstützung durch Pressluft ausgeworfen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, nicht nur
5 das Absaugen der freigesetzten Gase während des Expansionsprozesses, sondern auch noch die Evakuierung der Form ebenfalls über die Nadelventile vorzunehmen. Damit entfällt die Notwendigkeit einer zusätzlichen Absaugöffnung wie auch der Evakuierung über die Formtrennebene. Da die Abdichtung der Expansionsöffnung bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht wie bei
10 dem bekannten Verfahren über die Aushärtung eines Schaumpropfens in dem Absaugkanal erfolgt, woraus ein maximal möglicher Durchmesser für die Kapillare resultiert, da andernfalls das Polyurethan zu weit in das Unterdrucksystem eindringen würde, bevor es aushärtet, sondern einfach durch Schließen des Ventils, können die geometrischen Abmessungen der Kapillare ohne weiteres an diese Zusatzfunktion angepasst werden.
15

Bevorzugt werden Kapillardurchmesser zwischen 0,2mm und 2mm. Wird der Kapillardurchmesser kleiner als 0,2mm gewählt, sinkt der Volumenstrom an Reaktionsgasen, der durch die Kapillare abgeführt werden kann stark ab, da
20 der Druckverlust umgekehrt proportional zum Kapillardurchmesser ist. Dadurch erhöht sich entweder die Taktzeit oder es wird eine höhere Zahl an Ventilen benötigt.

Wird er dagegen größer als 2mm gewählt, wird aufgrund des geringen Druckverlustes die Erfassung der für die Schließung des Ventils bestimmenden Änderung der Durchströmung der Kapillare beim Eindringen des Schaums erschwert. Der Ausgleich über die Verlängerung der Kapillare (der Druckverlust
25 nach Hagen-Poiseuille ist proportional l/d (= Länge zu Durchmesser der Kapillare)) hat erheblichen Einfluss auf die Baugröße, die im Sinne der Montagemöglichkeiten an bzw. in der Form klein zu halten ist.
30

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird zur Steuerung des(r) Nadelventils(e) eine sich mit Eintritt der Schaumfront in die Ventilkapillare rasch ändernde chemische und/oder physikalischen Größe erfasst und das Nadelventil in Abhängigkeit von dem zeitlichen Verlauf dieser Größe gesteuert. Diese Art der Ansteuerung hat den Vorteil, dass das Ventil beim Eindringen der Schaumfront in die Kapillare sofort autark schließt.

Vorzugsweise wird als Steuergröße der zeitliche Druckverlauf in der Ventilkapillare erfasst, wobei die Steuerung so ausgelegt ist, dass das Ventil durch den beim Eindringen der Schaumfront in die Ventilkapillare auftretenden Druckabfall in der Kapillare sofort schließt. Nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille ist der Druckverlust in der Kapillare von der Viskosität des durchströmenden Mediums abhängig. Beim Eindringen der Schaumfront steigt der Druckverlust aufgrund des Unterschieds der Viskosität von Polyurethan gegenüber der von Luft etwa um einen Faktor $10^5 - 10^6$. Zur Druckerfassung ist daher erfindungsgemäß in der Kapillare ein Drucksensor vorgesehen, dessen Ausgangssignal einer Steuereinheit zugeführt und durch die Steuereinheit in ein Steuersignal für die Bewegung der Ventilnadel umgewandelt wird. Als Drucksensoren sind beispielsweise die an sich bekannten Piezo-Drucksensoren geeignet.

Eine weitere Größe zur Steuerung des Ventils im obigen Sinne kann beispielsweise auch die Durchflussmenge durch die Ventilkapillare sein, die aus den gleichen Gründen wie oben beschrieben beim Eindringen der Schaumfront in die Kapillare um einen vergleichbaren Faktor abfällt. Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch nicht auf diese beispielhaft aufgeführten, besonders geeigneten Steuergrößen beschränkt.

In weiteren bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden die Nadelventile zusätzlich zum Belüften der Form und/oder zum Beaufschlagen der

Form mit Pressluft zur Entnahmeunterstützung genutzt. Auch hierdurch verringert sich die Zahl der Bauteile, was Kostenvorteile mit sich bringt.

5 Eine zusätzliche Vereinfachung einer Anlage zum Herstellen von Polyurethan-Formkörpern ergibt sich dadurch, dass mehrere Nadelventile jeweils aus einer gemeinsamen Medienversorgung mit Unterdruck bzw. Pressluft versorgt werden. Durch die für jedes Ventil autarke Regelung über ein Proportionalventil kann gleichwohl an jedem Nadelventil individuell ein Unterdruck eingestellt werden.

10

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen:

15

Figur 1: in schematischer Längsschnittdarstellung ein gemäß der Erfindung über einen Drucksensor ansteuerbares Nadelventil;

20

Figur 2: in schematischer Längsschnittdarstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Nadelventil;

25

Figur 3: in einer schematischen Längsschnittdarstellung eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit mehreren Nadelventilen und einer gemeinsamen Unter- bzw. Überdruckversorgung;

Figur 4: schematisch den Verlauf des Drucks in der Ventilkapillare während des Aufschäumprozesses und beim Eindringen der Schaumfront in das Ventil.

In Figur 1 ist ein für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignetes Nadelventil 1 dargestellt. Das Nadelventil 1 umfasst im wesentlichen ein Gehäuse 2, eine Ventilnadel 3 und einen Ventilsitz 4 sowie eine Kapillare 5. Weiterhin erkennt man einen Drucksensor 6. Sobald die Schaumfront in die Ventilkapillare 5 eindringt, fällt der Druck in der Kapillare 5 steil ab. Dieser Druckabfall wird von dem Drucksensor 6 detektiert und über eine in der Figur nicht dargestellte Steuereinheit in ein Steuersignal für den Ventilantrieb 7 umgewandelt. Dieses Steuersignal bewirkt, dass die Ventilnadel 3 nach unten fährt und das Ventil 1 schließt. Das in die Kapillare 5 bereits eingedrungene Polyurethan wird dabei durch die Ventilnadel 3 ausgestossen.

Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform für eine Vorrichtung gemäß der Erfindung. Man erkennt eine Form 10 mit einer oberen 10a und einer unteren Formhälfte 10b. Beide Formhälften sind durch die Formtrennebene 10c voneinander getrennt. Die Formebene 10c weist vorzugsweise eine Vakuumdichtung auf. Man erkennt weiterhin ein in der oberen Formhälfte 10a angeordnetes Nadelventil 1. Das Nadelventil 1 ist über ein Vierwege-Ventil 11 sowohl mit einer Unter- und einer Überdruckquelle (hier nicht dargestellt) als auch mit der Atmosphäre verbunden. Diese Anordnung erlaubt nicht nur das Absaugen während des Expansionsprozesses freigesetzter Gase über das Nadelventil 1 vorzunehmen, sondern auch noch das Evakuieren oder Belüften der Form 10 sowie die Beaufschlagung mit Überdruck. Das Ausgangssignal des Drucksensors 6 dient der Steuerung des Ventilantriebs des Nadelventils 1. Bei einem durch in das Ventil 1 eindringendes Polyurethan ausgelösten Druckabfall wird die Ventilnadel 3 nach unten ausgefahren und das Ventil 1 geschlossen, wobei das bereits eingedrungene Polyurethan wieder ausgestossen wird.

In Figur 3 ist die Anbindung mehrerer Ventile 1 an eine gemeinsame Medienversorgung dargestellt. Die Anordnung mehrerer Ventile kann bei flächig sehr ausgedehnten Formen sinnvoll sein, um den Druckverlust bei langen Fließwe-

- gen durch individuelle Unterdruckeinstellung an den Ventilen 1 zu kompensieren. Eine weitere Einsatzmöglichkeit sind Formen mit komplexer geometrischer Gestalt, insbesondere mit mehreren Stellen maximaler Höhe, um hier die Lunkerbildung zu vermeiden. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind denkbar. Man er-
- 5 kennt in der Figur mehrere Nadelventile 1 mit Drucksensoren 6, die in der oberen Formhälfte 10a der Form 10 angeordnet sind. Die Nadelventile 1 sind jeweils über ein Vierwege-Ventil 11 an gemeinsame Versorgungsleitungen zu einer Unterdruck- bzw. Überdruckquelle 14 angeschlossen. Die Unterdruck-
- 10 quelle besteht hierbei aus einem Vakuumkessel 12, der mittels einer Vakuumpumpe 13 evakuierbar ist. Darüber hinaus weist jedes Vierwege-Ventil 11 noch einen Ausgang zur Atmosphäre auf. Das Vierwege-Ventil 11 ist vorzugsweise ein Proportionalventil, um trotz gemeinsamer Medienversorgung eine individuelle Einstellung des Unterdrucks an jedem Ventil 1 zu ermöglichen.
- 15 Figur 4 zeigt den Druckverlauf mit dem steuerungsauslösenden Druckabfall, wenn die Schaumfront die Ventilkapillare erreicht. Der Druck sinkt, wie man erkennen kann, beim Eindringen der Schaumfront (Zeitpunkt A) schlagartig ab. Die schon vorher zu beobachtende leichte Druckabsenkung ist auf die Viskositätserhöhung des Reaktionsgemisches während der fortschreitenden Polyme-
- 20 risationsreaktion zurückzuführen. Der steile Druckabfall beim Eindringen der Schaumfront wird durch den Drucksensor erfasst und als Auslöser zum Schließen des Ventils verwendet.

Patentansprüche

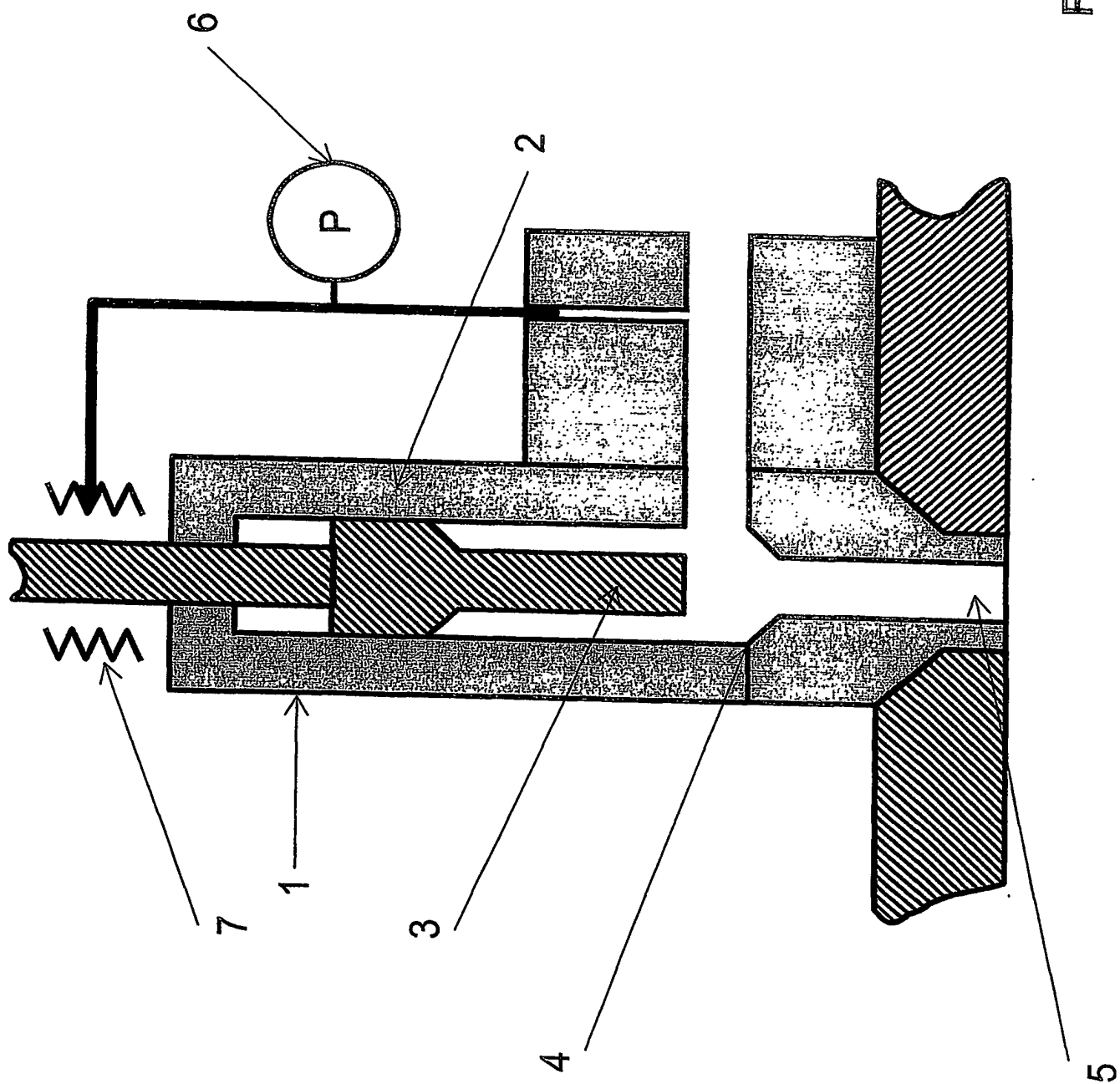
- 5 1. Verfahren zur Herstellung geschäumter Polyurethan-Formkörper, bei welchem eine expandierbare Polyurethan-Reaktivmischung in eine Form eingefüllt und die Form evakuiert wird, die Reaktivmischung nach dem Einfüllen die Form ausfüllend expandiert, wobei während des Expansionsprozesses freigesetzte Gase durch an einer oder mehreren Stellen maximaler Höhe in der oberen Formhälfte angeordnete Expansionsöffnungen abgesaugt werden, nach dem Abbinden die Form belüftet und der Formkörper ausgeworfen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionsöffnungen durch Nadelventile gebildet werden, welche so angesteuert werden, dass sie beim Eintreten der Schaumfront in die Ventilkapillare sofort schließen.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nadelventile zusätzlich zur Evakuierung der Form nach dem Einfüllen der Reaktivmischung genutzt werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung des(r) Nadelventils(e) eine sich mit Eintritt der Schaumfront in die Ventilkapillare rasch ändernde chemische und/oder physikalischen Größe erfasst wird und das Nadelventil in Abhängigkeit von dem zeitlichen Verlauf dieser Größe gesteuert wird.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 3, dass der zeitliche Druckverlauf in der Ventilkapillare erfasst und zur Steuerung verwendet wird, wobei die Steuerung so ausgelegt ist, dass das Ventil bei dem durch das Eindringen der Schaumfront in die Ventilkapillare ausgelösten Druckabfall in der Kapillare sofort schließt.
- 25 30

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nadelventile zusätzlich zum Belüften der Form genutzt werden.
- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Nadelventile zusätzlich zur Beaufschlagung der Form mit Pressluft zur Entnahmeunterstützung genutzt werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
10 dass mehrere Nadelventile jeweils aus einer gemeinsamen Medienversorgung mit Unterdruck bzw. Pressluft versorgt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei mehreren Nadelventilen der Unterdruck individuell eingestellt wird.
15
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend eine Form mit einem oberen Formbereich, eine Ansaugöffnung zum Evakuieren und eine Einrichtung zum Belüften der Form sowie Expansionsöffnungen an einer oder mehreren Stellen maximaler Höhe im
20 oberen Formbereich, dadurch gekennzeichnet, dass die Expansionsöffnungen durch Nadelventile (1) gebildet werden, die so ansteuerbar sind, dass sie beim ersten Eindringen der Schaumfront in die Ventilkapillare (5) sofort schließen.
- 25 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansaugöffnung ebenfalls durch die Nadelventile (1) gebildet wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass ein Sensor zum Erfassen einer sich mit dem Eintritt der Schaumfront in die
30 Ventilkapillare (5) rasch ändernden physikalischen oder chemischen Größe

vorgesehen ist sowie eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Nadelventils (1) in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Sensors.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet,
5 dass der Sensor ein in der Ventilkapillare (5) angeordneter Drucksensor (6) ist und die Steuerung so ausgelegt ist, dass die Schließfunktion des Ventils (1) durch den beim Eindringen der Schaumfront in die Ventilkapillare (5) auftretenden Druckabfall auslösbar ist.
- 10 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Form (10) über das Nadelventil (1) zusätzlich noch mit Pressluft beaufschlagbar ist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet,
15 dass das(die) Nadelventil(e) (1) mit einem Vier-Wegeventil (11) in Reihe geschaltet ist(sind), über welches eine Verbindung zu einer Unter- (12, 13) bzw. Überdruckquelle (14) sowie zu Atmosphärendruck (15) herstellbar ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Vierwe-
20 ge-Ventil (11) ein Proportionalventil ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Nadelventile (1) jeweils aus einer gemeinsamen Medienversorgung mit Unterdruck bzw. Pressluft versorgbar sind.

25



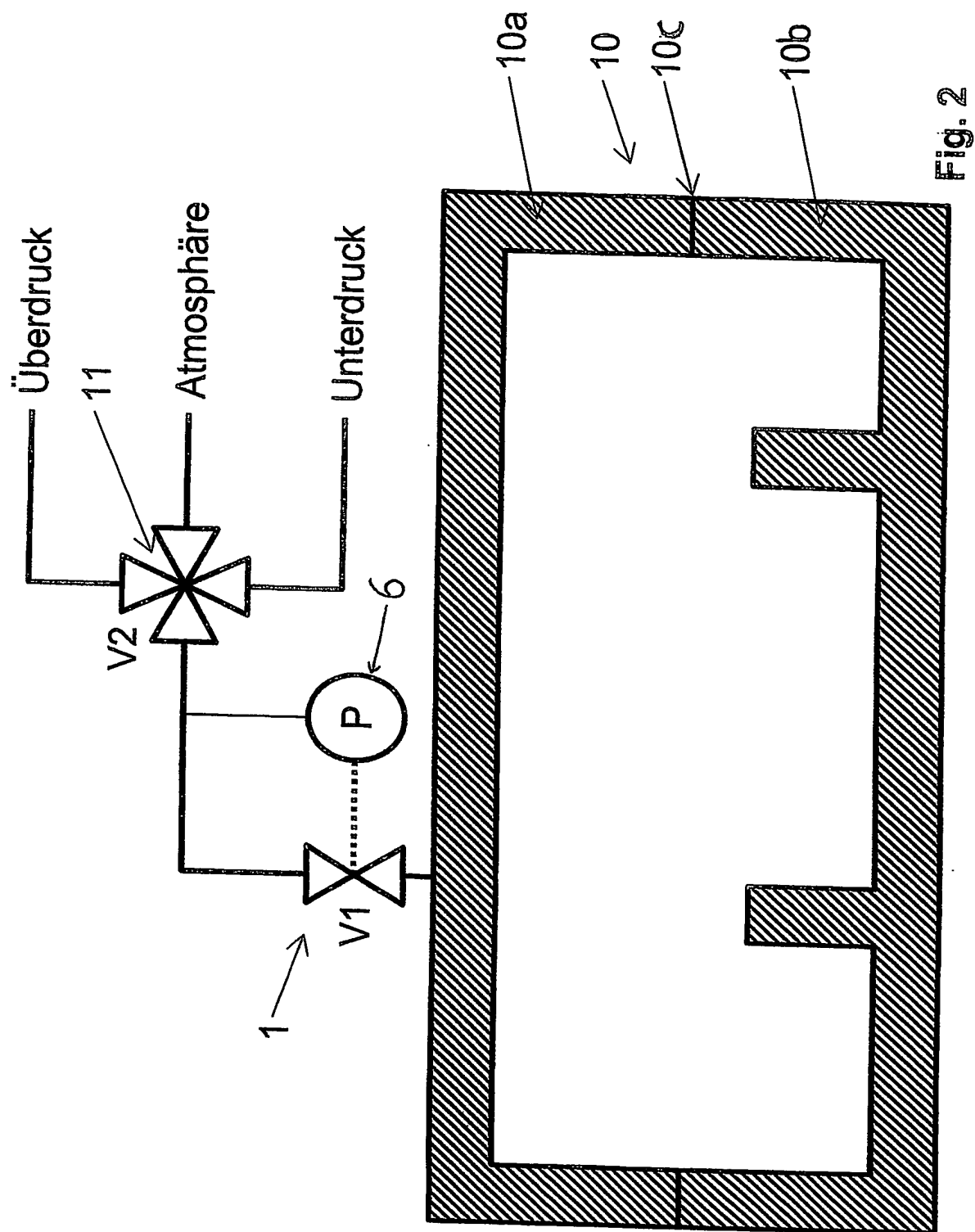


Fig. 2

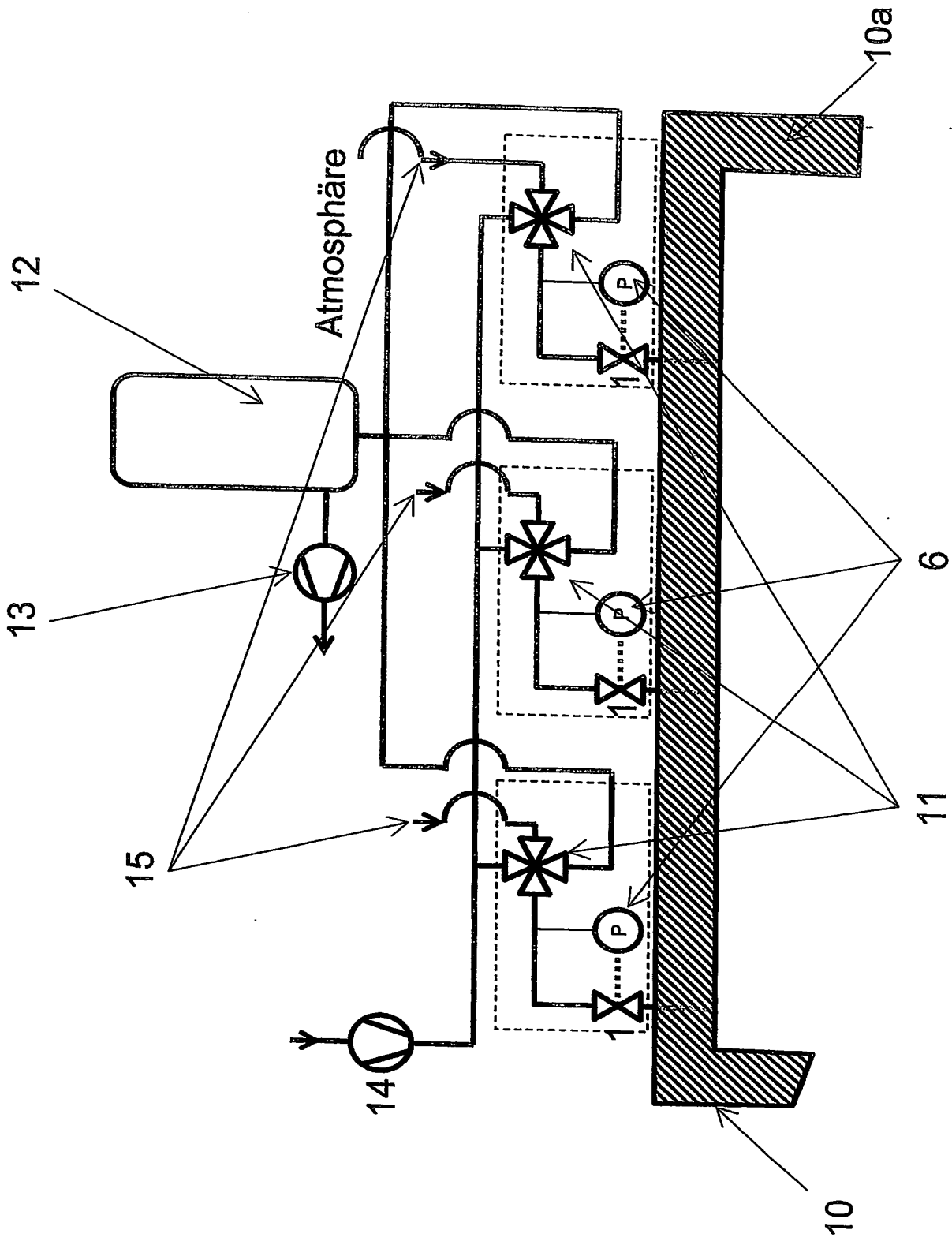


Fig. 3

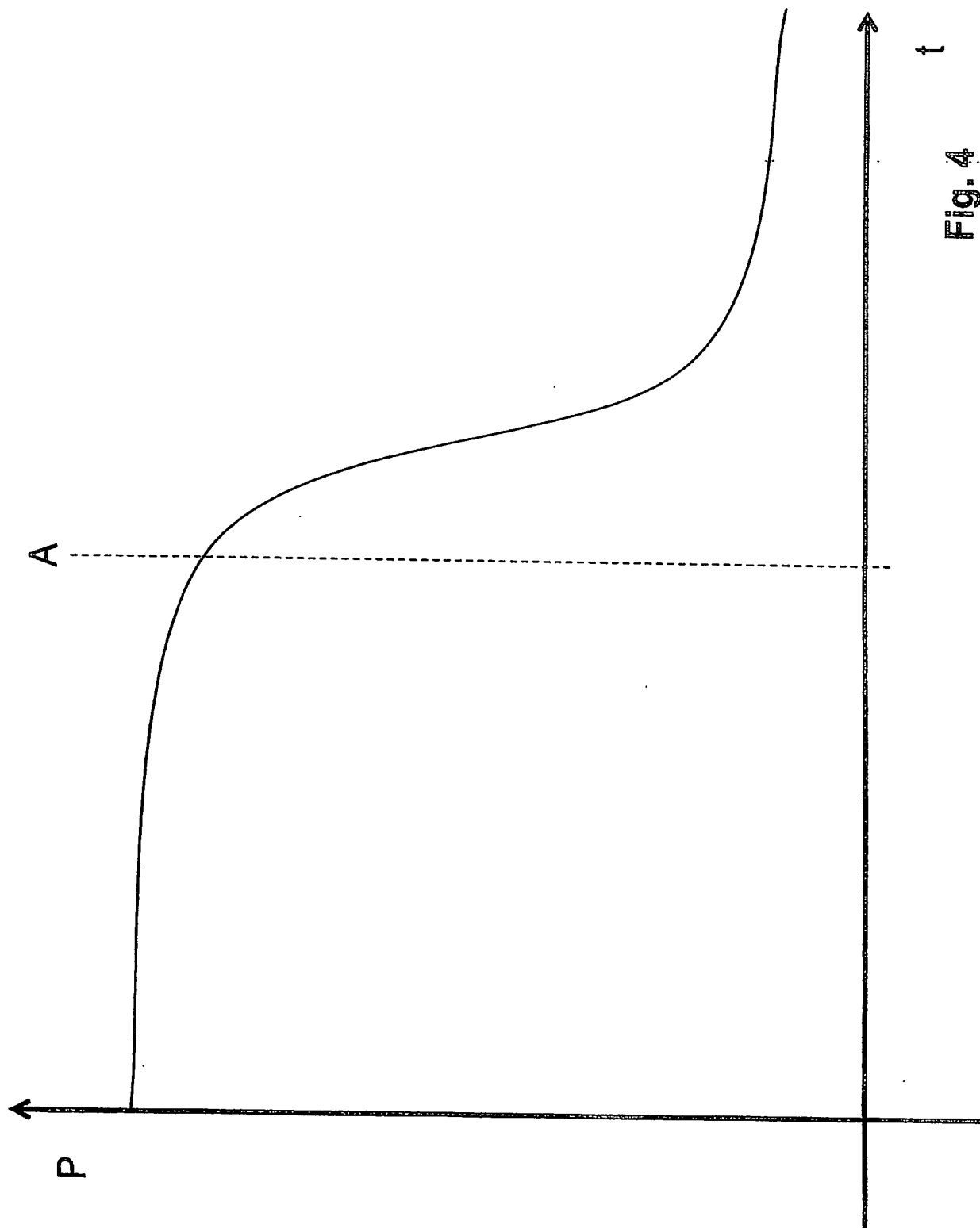


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B29C44/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 22 12 609 A (VER FOERDERUNG INST KUNSTSTOFF) 4 October 1973 (1973-10-04) page 5, paragraph 3 - page 6, paragraph 1; figures 5-7	1-5, 9-12
X	DE 199 38 140 A (FEHRER F S GMBH & CO KG) 8 March 2001 (2001-03-08) column 5, line 40 - column 6, line 3; figures	1-3, 5, 9-11
A	US 6 361 723 B1 (SULZBACH HANS-MICHAEL ET AL) 26 March 2002 (2002-03-26) the whole document	1-16
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 2004

Date of mailing of the international search report

26/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pipping, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13578

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198649 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A32, AN 1986-322883 XP002279535 -& JP 61 239916 A (MITSUBISHI PLASTICS IND LTD) 25 October 1986 (1986-10-25) abstract; figures -----	1,9
A	EP 0 855 260 A (BRIDGESTONE CORP) 29 July 1998 (1998-07-29) column 6, paragraph 1; figure 1 -----	1,7,8
A	GB 1 566 946 A (BUEHLER AG GEB) 8 May 1980 (1980-05-08) claim 3 -----	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/13578

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2212609	A	04-10-1973	DE 2212609 A1	04-10-1973
DE 19938140	A	08-03-2001	DE 19938140 A1	08-03-2001
US 6361723	B1	26-03-2002	DE 19701728 A1	23-07-1998
			DE 29709645 U1	21-08-1997
			DE 59804992 D1	05-09-2002
			WO 9831522 A1	23-07-1998
			EP 0952909 A1	03-11-1999
			JP 3421352 B2	30-06-2003
			JP 2001502982 T	06-03-2001
JP 61239916	A	25-10-1986	NONE	
EP 0855260	A	29-07-1998	JP 10202676 A	04-08-1998
			DE 69809970 D1	23-01-2003
			DE 69809970 T2	06-11-2003
			EP 0855260 A2	29-07-1998
			US 6036899 A	14-03-2000
GB 1566946	A	08-05-1980	CH 616106 A5	14-03-1980
			DE 2737148 A1	23-03-1978
			FR 2364757 A1	14-04-1978

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13578

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B29C44/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 22 12 609 A (VER FOERDERUNG INST KUNSTSTOFF) 4. Oktober 1973 (1973-10-04) Seite 5, Absatz 3 - Seite 6, Absatz 1; Abbildungen 5-7	1-5,9-12
X	DE 199 38 140 A (FEHRER F S GMBH & CO KG) 8. März 2001 (2001-03-08) Spalte 5, Zeile 40 - Spalte 6, Zeile 3; Abbildungen	1-3,5, 9-11
A	US 6 361 723 B1 (SULZBACH HANS-MICHAEL ET AL) 26. März 2002 (2002-03-26) das ganze Dokument	1-16
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Mai 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pipping, L

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DATABASE WPI Section Ch, Week 198649 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A32, AN 1986-322883 XP002279535 -& JP 61 239916 A (MITSUBISHI PLASTICS IND LTD) 25. Oktober 1986 (1986-10-25) Zusammenfassung; Abbildungen	1,9
A	EP 0 855 260 A (BRIDGESTONE CORP) 29. Juli 1998 (1998-07-29) Spalte 6, Absatz 1; Abbildung 1	1,7,8
A	GB 1 566 946 A (BUEHLER AG GEB) 8. Mai 1980 (1980-05-08) Anspruch 3	8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/13578

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2212609	A	04-10-1973	DE 2212609 A1	04-10-1973
DE 19938140	A	08-03-2001	DE 19938140 A1	08-03-2001
US 6361723	B1	26-03-2002	DE 19701728 A1	23-07-1998
			DE 29709645 U1	21-08-1997
			DE 59804992 D1	05-09-2002
			WO 9831522 A1	23-07-1998
			EP 0952909 A1	03-11-1999
			JP 3421352 B2	30-06-2003
			JP 2001502982 T	06-03-2001
JP 61239916	A	25-10-1986	KEINE	
EP 0855260	A	29-07-1998	JP 10202676 A	04-08-1998
			DE 69809970 D1	23-01-2003
			DE 69809970 T2	06-11-2003
			EP 0855260 A2	29-07-1998
			US 6036899 A	14-03-2000
GB 1566946	A	08-05-1980	CH 616106 A5	14-03-1980
			DE 2737148 A1	23-03-1978
			FR 2364757 A1	14-04-1978